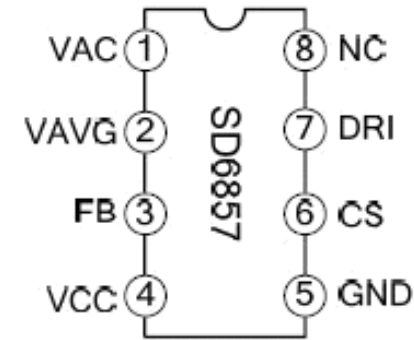


# SD6857 使用手册

SD6857 是集成 PFC 功能的原边控制模式的 LED 驱动控制芯片。它采用 PFM 调制技术，提供精确的恒流控制，具有非常高的平均效率。采用 SD6857 设计的系统，可以省去光耦、次级反馈控制、环路补偿，精简电路，降低成本。

**主要特点：**

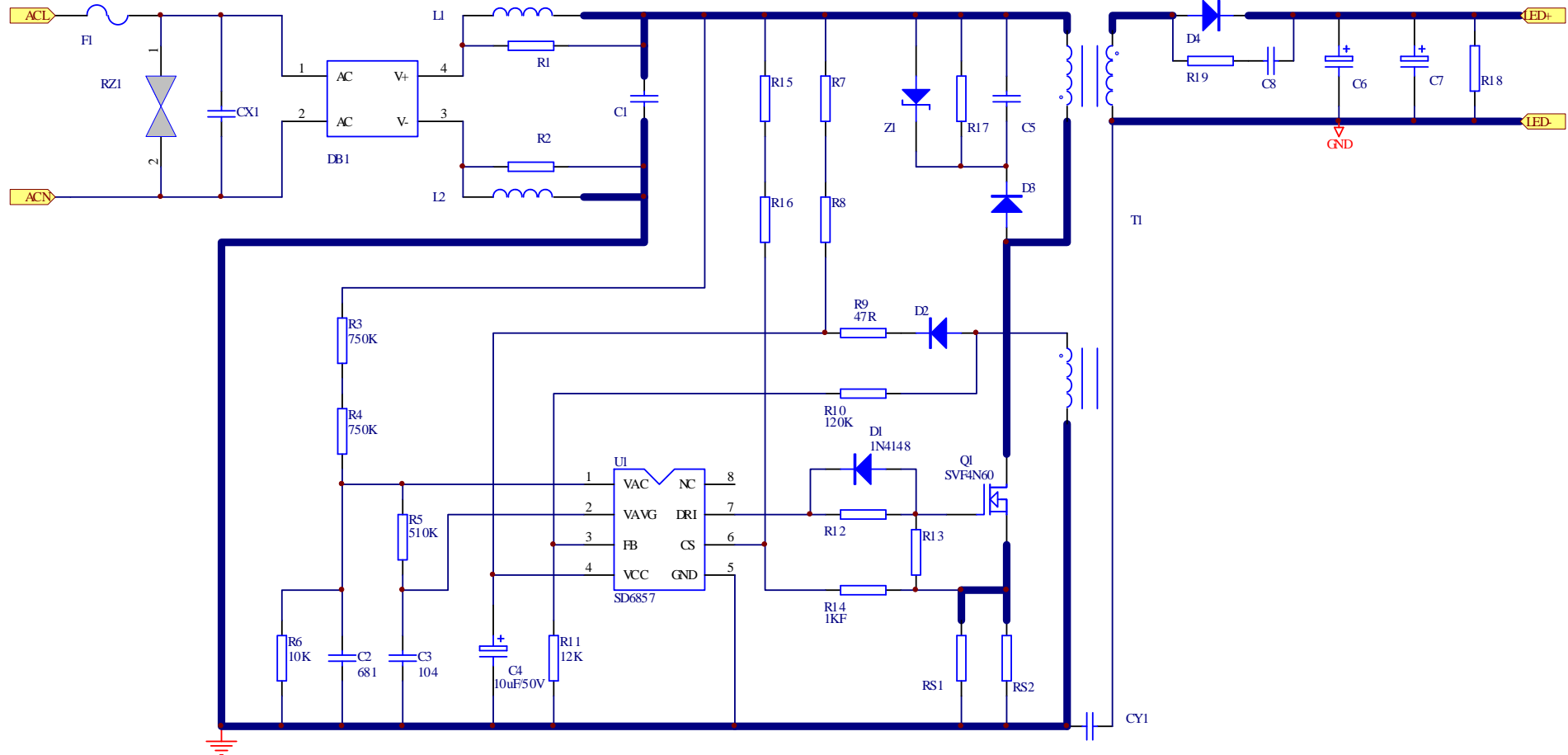
- 低启动电流
- 一次侧控制模式
- 前沿消隐
- PFM 调制
- 过压保护
- 欠压锁定
- 过温保护
- 逐周期限流
- 环路开路保护
- 峰值电流补偿



**应用：**

- LED 球泡灯、射灯
- PAR20/PAR30/PAR38 LED 灯
- T8/T10 LED 日光灯
- 其它 AC/DC LED 驱动

典型应用电路图:



<http://www.silan.com.cn>

更多技术问题，请联系士兰 LED 电源 FAE

## 一、IC 脚位介绍:

1、Vac, Vavg 分别为 AC 输入电压波形采样和平均值, 与系统的 PF 值和 THD 有关

1) 设计过程中, 要保证在 Vin\_max 下, Vac 的峰值电压小于 3.0V,

$$V_{ac} = V_{in\_max} * R_6 / (R_3 + R_4 + R_6)$$

2) C2 取值不能过大, 要很好体现 Vin 的信号. 过大, 会降低系统 PF, 过低会影响电流. 一般建议取 1000pF 以下, C3 取值要保证 Vavg 信号为平均值即可,

2、FB 是反馈电压检测, FB 脚的参数关系到输出最大电压

SD6857 FB 的电压比较点为 2.1V, OVP 在 2.5V, FB 脚下拉电阻 R11 一般取 12K, 增大 R10, 开路电压也会变高, 故要根据辅助绕组的匝数选择合适的 R10 和 R11 的比值

$$R_{10} = R_{11} * \left( \frac{V_o}{2.1} * \frac{N_a}{N_s} - 1 \right)$$

3、VCC 为 IC 供电脚

IC 初始启动时需要初级高压侧供电, 启动后为辅助绕组供电. 启动时, 因为初级高压侧供电, 故调整启动电阻 R7、R8、R9 的值, 可以改变启动时间; 同时 C4 取 10UF, 太小低压不易启动, 过大, 高压下短路功耗增加, 启动后辅助绕组供电建议设置辅助绕组为 20V 来供电. 不宜太高, 建议低于 21V, 则辅助绕组匝数:

$$N_a = N_s * 20 / (V_o + V_D) \quad V_D \text{ 为输出二极管压降, } N_s \text{ 为副边匝数}$$

4、CS 为电流采样脚, 控制输出电流. 包括 R14、R15、R16、Rs, 理论上 Rs 越大, PF 值越高

$$R_s = 0.044 * n / I_o \quad n \text{ 为初次级匝比, } R_s \text{ 为采样电阻阻值, 使用 } \pm 1\% \text{ 精度的电阻}$$

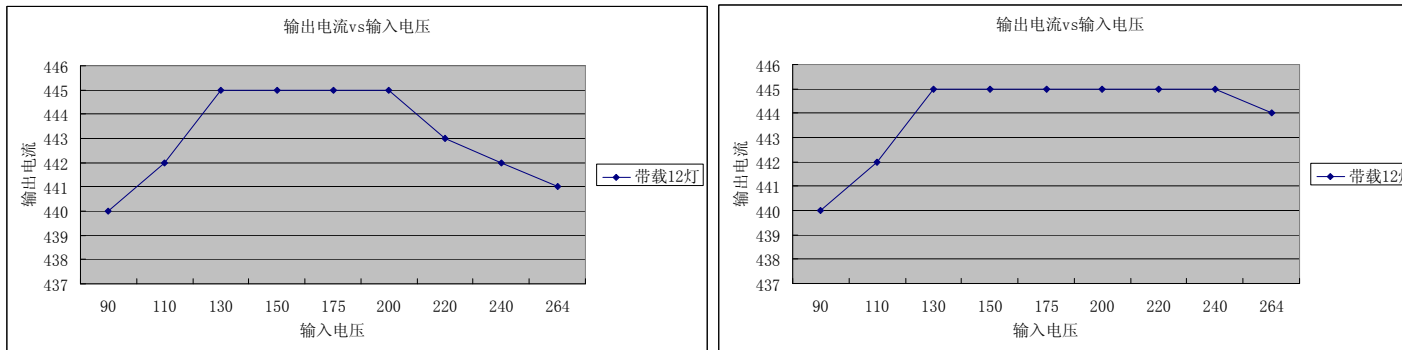
5、DRI 脚为驱动输出脚. 通过电阻 R12 和二极管与 MOS 管的栅极连接, 可改变 MOS 管开通及关断速度, 一般来说 R12=47R, MOS 管栅极对地要接一个 R14 为 20K 电阻, 是为了当 IC 停止工作时, 让栅源级间电容的电荷通过此电阻放掉, 以防止 MOS 管栅级悬空后误动作

6、GND 为 SD6857 的芯片地

7、NC 为空脚, 在 PCB 中可以将它与地相连

## 二、恒流调试:

SD6857 的恒流精度与取样电阻 R14, 补偿电阻 R15, R16 有关, R14 建议使用±1%精度的电阻, 合理的阻值可以使产品的线性恒流控制在10mA 以内或者更小的 5mA, 一般 R14=470R~1.5K, R15=R16=3M~5.1M, 正常的恒流曲线是一个抛物线状, I<sub>o</sub> 在@AC150V 的时候是最大值, 当 Vin 继续增大, I<sub>o</sub> 会减小或者不变, 如:



### 1、在调试过程中, 先确定限流电阻 R<sub>s</sub> 的值:

$R_s = 0.044 * n / I_o$ , n 为初次级匝比, R<sub>s</sub> 为采样电阻阻值, 使用±1%精度的电阻

### 2、恒流曲线与取样电阻 R14 有关:

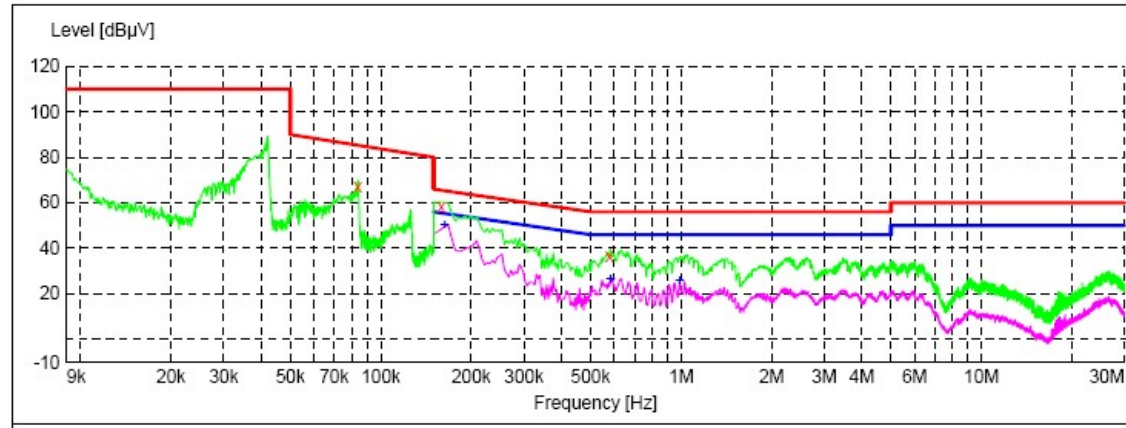
- 1) 当 Vin 增大, 如果 I<sub>o</sub> 一直增大, 则增大取样电阻 R14 的值
- 2) 当 Vin 增大, 如果 I<sub>o</sub> 一直减小, 则减小取样电阻 R14 的值

### 3、在 R14 确定后, 微调 R15=R16 可以使 I<sub>o</sub> 在高低压有更小的幅度:

- 1) R15=R16 减小, I<sub>o</sub> 在低压时会变小
- 2) R15=R16 增大, I<sub>o</sub> 在低压时会变大

### 三、EMI 策略:

传导



辐射垂直测试



<http://www.silan.com.cn>

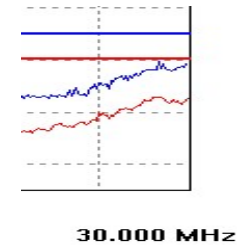
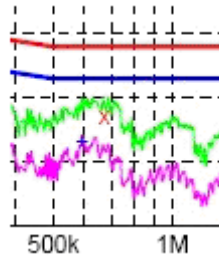
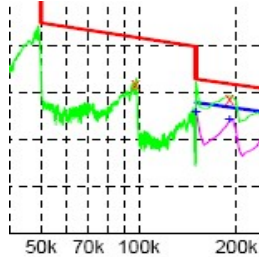
更多技术问题, 请联系士兰 LED 电源 FAE

1、相对于 SD6857 来说，传导中主要在下面三个频段超标：

第一段为 50K~200K

第二段为 500K~1M

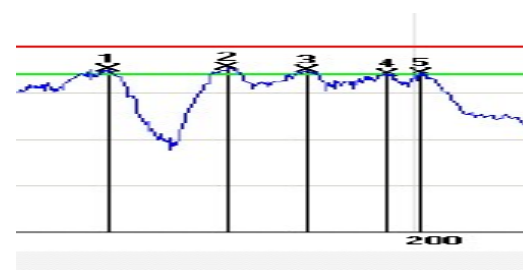
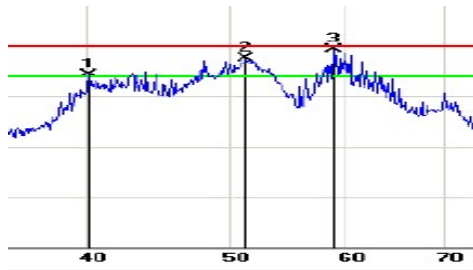
第三段为 25M~30M



分析与整改：

- 1) 第一段 50K~200K 主要为差模干扰，通过加大 X 电容或者差模电感可以得到合理的余量，但是加大 X 电容会降低 PF 值，加大差模电感会损失效率，差模电感 > 1mH 对效率的影响开始变得明显，要在差模电感感量、规格上选择，在整改中亦要遵循折中原则。
- 2) 第二段 500K~1M 主要为差模共模混合干扰，该干扰源与变压器有很大关系，变压器周围的杂散磁场会对邻近电路构成干扰进而产生 EMI 问题，为抑制该干扰源通常做法是变压器磁芯外沿绕线方向包 1.1T 铜箔，且用铜线连到变压器初级地
- 3) 第三段 25M~30M 主要为共模干扰，通过加大 Y 电容或者增加一个输出共模电感可以抑制该干扰
- 4) 增加输入共模电感可以从整体降低 EMI

2、SD6857 的辐射问题主要是垂直测试时在 30M~60M, 100M~200M 之间超标：

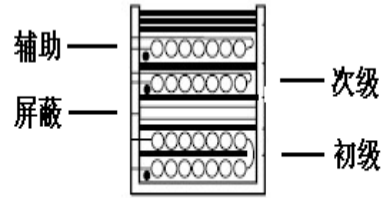


分析与整改：

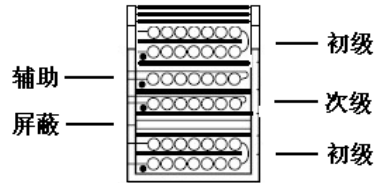
- 1) 如当辐射 30M~60M 之间超标时，可加大驱动电阻 R12 到 100R，同时调整初级吸收电路 R17C5D3 的参数，R ↓, C ↑, D 快管 → 慢管
- 2) 如在 100M~200M 之间超标，调整输出整流二极管的吸收电路 R19C8 和输出共模电感的参数可以抑制辐射源，加磁珠也有好疗效

### 3、变压器的绕法与屏蔽层：

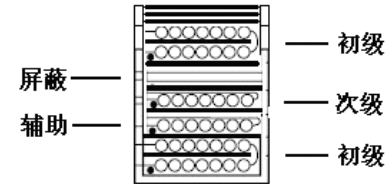
顺序绕法



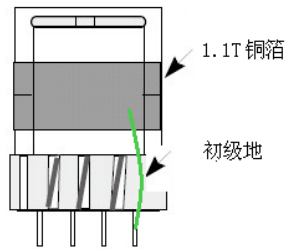
“三明治”绕法一



“三明治”绕法二



磁芯外包 1.1T 铜箔



<http://www.silan.com.cn>

更多技术问题，请联系士兰 LED 电源 FAE

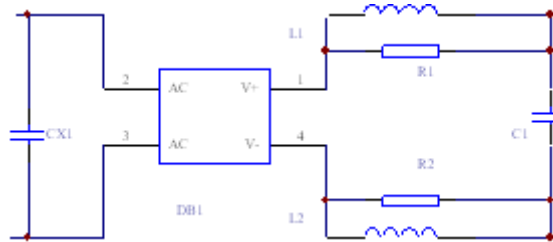


#### 4、变压器的绕制对 EMI 尤为重要:

- 1) 顺序绕法比较容易通过 EMI 测试, 只需要在初级与次级之间绕一层屏蔽, 绕制工艺比较简单, 挂脚少; 但效率损失 >1%
- 2) 如图“三明治”绕法也只需要在初级与次级之间绕一层屏蔽, 效率高, 漏感小, 但 EMI 需要更多的外围器件来调整
- 3) 绕组的起始端(同名端)应为初级绕组的驱动端(MOS 管 D 极), 可以降低初级与电源中其它部件的 EMI 耦合
- 4) 相对于 SD6857 来说, 用多股铜线并绕做屏蔽层效果比铜箔好, 铜线  $\phi > 0.13\text{mm}$

#### 5、各功率段 EMI 滤波器对策:

- 1) X2 电容=CX1、CX2, 差模电感=L, CBB21 电容=C1, 输入共模电感=LF1、LF3, 输出共模电感=LF2
- 2) 7W 以内:  $CX1 + L + C1$ ,  $CX1 + C1 > 0.15\mu\text{F}$ ,  $L > 2\text{mH}$  @10KHz 0.3V, 就可以满足 EMI 的要求



- 2) 9W 以内:  $CX1 + L + C1 + LF2$ ,  $CX1 + C1 > 0.2\mu\text{F}$ ,  $L > 3\text{mH}$  @10KHz 0.3V, LF2 合理范围在 20uH~470uH 之间调整, 但传导的余量比较小了, 对于只用差模电感作为滤波器的电路, 必须使  $F_s < 50\text{KHz}$ , 所以匝比和变压器感量要调整到合理的值, 建议预留 LF1 (EE8.3)
- 3) 12W 以内:  $LF1 + CX1 + L + C1 + LF2$ ,  $CX1 + C1 > 0.047\mu\text{F} + 0.15\mu\text{F}$ ,  $L > 2\text{mH}$  @10KHz 0.3V, LF1 选择 EE8.3 > 10 mH, 预留 LF2 位置

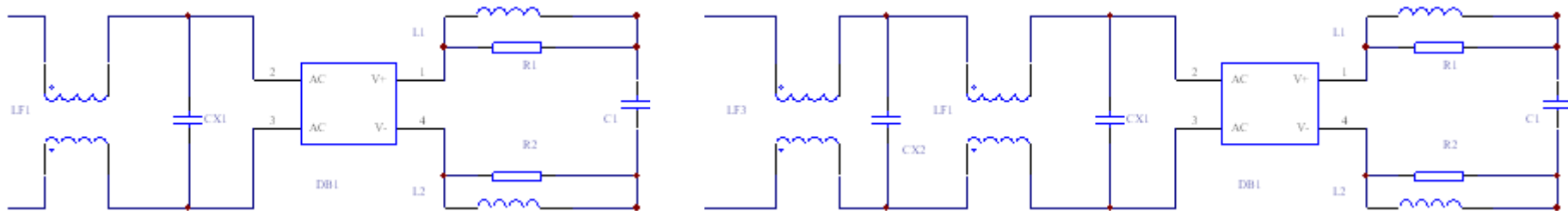
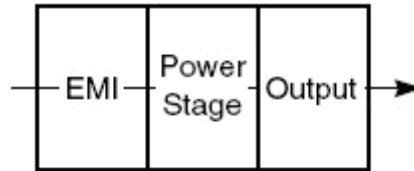


图 2

- 4) 20W 以内:  $LF1 + CX1 + L + C1 + LF2$ ,  $CX1 + C1 > 0.1\mu\text{F} + 0.15\mu\text{F}$ ,  $L > 2\text{mH}$  @10KHz 0.3V, LF1 选择 EE12/UU9.8 > 30mH, 预留 LF2 位置, 建议  $F_s < 65\text{KHz}$ ; 如  $F_s > 65\text{KHz}$ , 则按图 2 处理, 增加 LF3 和 CX2

## 四、PCB 设计注意事项:

- 1、良好的 PCB 板布局，不仅可以降低传导 EMI，而且抑制辐射 EMI 干扰，同时可以提高电源的 EMI 抗干扰度，功率级和输出元件应远离 EMI 滤波器，最好将 EMI 滤波器放置在一侧，而将输出放置在另外一侧



- 2、理想的地线电阻为零，但现实地线总会存在一定的阻抗；SD6857 的初级地线，输入电压经整流桥后先到 C1，其它可以分为 3 个地线：功率地 (Rs 电阻到地)、SD6857 的 GND 脚等信号地、变压器屏蔽地和 Y 电容，最好分割成 3 路，使之一点接地到 C1 地端，可使系统得到一个接近的参考点，如空间受限也要使功率地和其它两路地分开



- 3、输入侧功率回路面积（整流后的+300V 与地）尽可能小，越小对 EMI 的干扰越小，功率回路连线要短而粗
- 4、VCC 整流后 R9 和高压启动电阻 R7R8 的流向应该先到电容 C4 再到 SD6857 的 4 脚，有必要在 C4 下预留一个 104 瓷片电容的位置
- 5、SD6857 的 FB 脚，GND 脚，CS 脚布线要求：FB 脚到分压电阻 R10，R10 到辅助绕组的距离应 < 20mm，CS 脚到取样电阻 R14 连线应短而粗，在合理的条件下，应该在 SD6857 的下面铺大面积的地铜箔，双面板最好在 PCB 的两层都铺大面积的地铜箔；芯片避免布线在输入侧功率回路内
- 6、MOS 管的漏极，次级整流二极管的正极，VCC 整流二极管的正极都是干扰源，对这三个部件的连线在满足功率条件下应该短而细同时该三个位置要远离 SD6857，在有条件的情况下可以用 GND 铜箔进行隔离

<http://www.silan.com.cn>

更多技术问题，请联系士兰 LED 电源 FAE

## 五、关键器件的选择:

### 1、MOS 管的选择

1) 主要考虑 DS 两端的耐压值:

$$V_{MOS} = V_{in\_max} + n * (V_O + V_D) + V_s$$

$V_{in\_max}$  为输入电压整流后的最大值,  $n$  为初次级匝数比,  $V_D$  为二极管导通压降,  $V_s$  为 RCD 的尖峰电压

2) MOS 的最大峰值电流:

$$I_Q = \frac{0.5}{R_s}$$

### 2、输出整流二极管的选择

1) 最大峰值电流:

$$I_{D4} = \frac{0.5}{R_s} * n$$

2) 最大反向电压:

$$V_{D4} = V_{in\_max} / n + V_O$$

4、输出假负载 R18 在设计的时候, 是需要用到的. 否则空载不稳, 在不影响效率太多的前提下, 尽量减小, 可以计算为

$$R_{18} = \frac{V_O}{2.1}$$

单位为 K $\Omega$

5、输出电容容值越大, 纹波电流及纹波电压越小, 要根据具体的客户要求设计, 输出电容一般选择高频低阻的纹波电压计算:

$$\Delta V_O = \frac{1.16 * I_o}{2\pi * f_{ac} * C_o}$$

$I_o$  为输出电流,  $f_{ac}$  为输入交流电压频率 (50 或 60),  $C_o$  输出电容

<http://www.silan.com.cn>

更多技术问题, 请联系士兰 LED 电源 FAE

## 六、变压器设计:

1) 初次级匝比 n:

$$n \leq \frac{V_{MOS} - V_{in\_max} - \Delta V_S - 50V}{V_O + V_D}$$

$V_S$  为 RCD 的尖峰电压一般取 80~110V

2) 初级峰值电流  $I_P$  的计算

$$I_P = \frac{0.5}{R_S}$$

$$R_S = 0.044 * n / I_O$$

3) 电感  $L_m$  的计算

$$L_m = \frac{V_{in} \times D_{max}}{F_S \times I_P}$$

$D_{max} = 0.4$   $V_{in}$  为整流后的最低电压 90V  $F_S = 45\text{KHz}$

4) 初级匝数

$$N_p = \frac{L_m \times I_p}{B_{max} \times A_e} \times 10^3$$

$B_{max} = 0.25 \sim 0.35$

5) 次级匝数

$$N_s = N_p / n$$

## 七、案例设计：

在本节中，以一个 7x1W 球泡灯为例来验证电路的设计，首先是球泡灯的工作条件

输入电压：AC85~264V

输出 7x1W，仿流明压降为 3.2V~3.4V，一般取

$V_o=24V$ ,  $I_o=0.33A$

选择 EE16 磁芯，截面积  $A_e=19.2$

按上面的步骤进行推导：

$D_{max}=0.4$   $V_{in}=90V$ ，选择 600V 的 MOS 管， $V_s$  一般取 80V，对于 650V 的 MOS 管， $V_s$  一般取 110V

$n \leq 600-375-80-50/24+0.5 \leq 3.87$  取整  $n=3.8$

$R_s=0.044*n/I_o = 0.044*3.8/0.33=0.5R$

$I_p=0.5/0.5=1A$

$L_m=90*0.4/45*1 \approx 800\mu H$

1) 设计中选择  $B_{max}=0.3$  则：

$N_p=0.8*1*1000/0.3*19.2 \approx 138.8$  取整  $N_p=138T$

$N_s=138/3.8 \approx 36.3T$  取整  $N_s=36T$

$N_a = N_s*20/(V_o+V_D)$

$N_a=36*20/24.5 \approx 29.3$  取整  $N_a=29T$

2) 设计中选择  $B_{max}=0.35$  则：

$N_p=0.8*1*1000/0.35*19.2 \approx 119$

$N_s=119/3.8 \approx 31.3T$  取整  $N_s=32T$

$N_a=32*20/24.5 \approx 26$

SD6857 工作在 DCM 模式，相对而言其输入峰值电流会大很多，尽可能的使用粗的铜线，所以选择设计 2 中的匝数，因为“三明治”绕法 VCC 线圈放在倒数第二层，防止重载电压偏高，取  $V_{cc}=19V$  则  $N_a=32*19/24.5 \approx 25$ ，根据 EE16 骨架宽度=8.4mm\*0.9 最终参数调整为：

$N_p=116T$ ,  $N_s=32T$ ,  $N_a=25T$

$n=116/32=3.625 < 3.8$

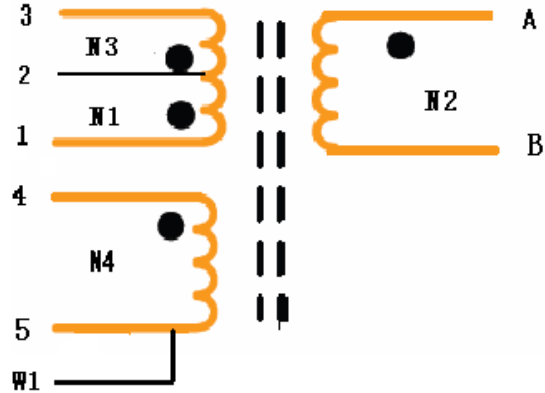
$R_s=0.044*n/I_o = 0.044*3.6/0.33 \approx 0.48 \approx 0.5R // 10R$ ,  $I_p=0.5/0.48 \approx 1.04A$ ,  $L_m=116*0.35*19.2/1.04 \approx 750\mu H$

<http://www.silan.com.cn>

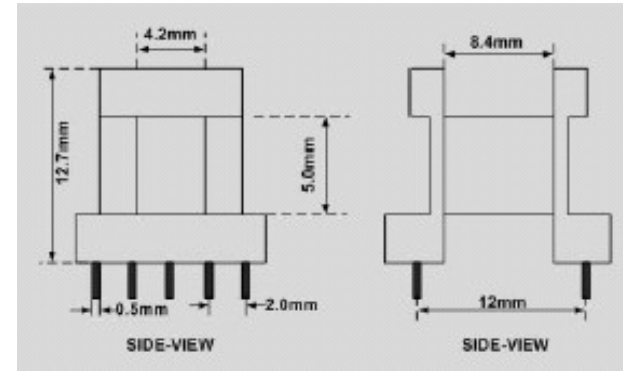
更多技术问题，请联系士兰 LED 电源 FAE

### 3) 绕制工艺

原理图



结构图:



电气参数							
磁芯磨气隙, 1~3 脚电感量为 750uH±5%, 漏感<50uH					测试条件: 1KHZ0.3V		
耐压为初极对次极 AC3000V 5mA 5S , 次极对磁芯 AC1000V 5MA 5S							
绕线方法							
绕组	内容			起脚	落脚	胶带	备注
N1	∅ 0.25mm*1 2UEW			1	2	2	密绕两层
W1	∅ 0.13mm*2 2UEW			5		2	密绕一层
N2	∅ 0.3mm*1 TEX-E(内径)			A	B	2	密绕两层
N4	∅ 0.15mm*2 2UEW			4	5	2	密绕一层
N3	∅ 0.25mm*1 2UEW			2	3	2	密绕两层
备注: 1. A、B 线从变压器顶部飞线出, A 线涂红色, 线长 30mm(含浸锡部分 5mm)							
2. 过认证变压器需要在磁芯点胶固定后, 在磁芯外沿绕线方向包 1.1T 粘性铜箔, 铜箔宽度 6mm, 并且用一根 0.25mm 的铜线连到变压器 5 脚, 注意与初级铜线的距离, 铜箔压制平整, 外包 3 层胶带, 成品变压器外包 3 层胶带							

**4) BOM 表**

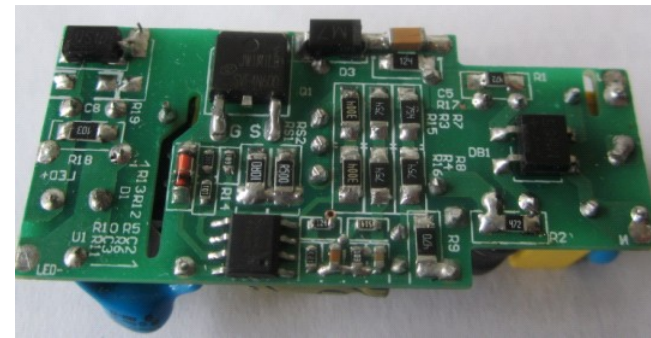
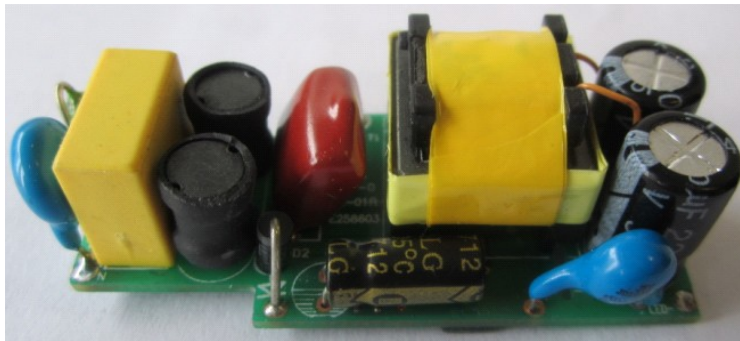
序号	品名	规格	数量	位置	备注
1	贴片电阻	4.7K 1206 5%	2	R1R2	
2	贴片电阻	750K 1206 5%	4	R3R4R7R8	
3	贴片电阻	510K 0603 5%	1	R5	
4	贴片电阻	10K 0603 5%	1	R6	
5	贴片电阻	47R 1206 5%	1	R9	
6	贴片电阻	120K 0603 5%	1	R10	
7	贴片电阻	12K 0603 5%	1	R11	
8	贴片电阻	100R 0603 5%	1	R12	
9	贴片电阻	20K 0603 5%	1	R13	
10	贴片电阻	680R 0603 1%	1	R14	
11	贴片电阻	3M 1206 5%	2	R15R16	
12	贴片电阻	120K 1206 5%	1	R17	
13	贴片电阻	10K 1206 5%	1	R18	
14	贴片电阻	100R 1206 5%	1	R19	
15	贴片电阻	10R 1206 1%	1	RS1	
16	贴片电阻	0.5R 1206 1%	1	RS2	
17	贴片电容	681 50V 0603 X7R	1	C2	
18	贴片电容	104 50V 0603 X7R	1	C3	
19	贴片电容	472M 1KV 1206	1	C5	
20	贴片电容	101M 1KV 1206	1	C8	
21	二极管	1N4148 LL34	1	D1	
22	二极管	FR107 DO-41	1	D2	
23	二极管	M7 SMA	1	D3	
24	二极管	US1D SMA	1	D4	

<http://www.silan.com.cn>

更多技术问题，请联系士兰 LED 电源 FAE

25	桥堆	MB6S SOP-4	1	DB1	
26	X 电容	0.1uF/275V P10mm T=5mm	1	CX1	
27	Y 电容	102M/400V P7.5mm	1	CY1	
28	CBB21 电容	683J/400V P10mm T=5mm	1	C1	
29	电解电容	10uF/50V 5*11	1	C4	
30	电解电容	220uF/35V 105 8*12	2	C6C7	高频低阻
31	压敏电阻	7D741	1	RZ1	
32	电阻式保险	2F 1A/250V	1	F1	
33	IC	SD6857 SOP-8	1	U1	
34	工字电感	2mH 6X8	2	L1L2	必须大于 2mH
35	变压器	EE16	1	T1	
36	MOS 管	SVF4N60 T0-252	1	Q1	
37	PCB	50mm*22.5mm*16mm	1		
38	输入线	白色硅胶线	2	L/N	
39	输出线	红黑硅胶线	2	LED+LED-	

### 5) 实物图



<http://www.silan.com.cn>  
 更多技术问题，请联系士兰 LED 电源 FAE



**6) 测试数据**

输入电压(V)	输入功率(W)	PFC	THD (%)	输出电压(V)	输出电流(mA)	效率
90	9.43	0.992	/	22.9	335	81.3%
110	9.40	0.996	5.04	22.9	338	82.3%
150	9.33	0.987	/	22.8	340	83.0%
220	9.31	0.960	5.08	22.8	339	83.0%
264	9.30	0.934	/	22.8	338	82.8%
Load	7 个 1W 的 LED		线性调整率(%)		5mA/330mA=1.5%	

带灯个数(S)	@AC110V		@AC220V	
	输出电压(V)	输出电流(mA)	输出电压(V)	输出电流(mA)
7	22.8	338	22.8	339
6	19.5	343	19.6	342
5	16.3	348	16.4	345
负载调整率(%)	10mA/330mA=3%		6mA/330mA=1.8%	

本 7x1W 方案以 EN55015 照明设备的标准，能通过传导和辐射测试；相关 EMI 测试报告、THD 测试报告请联系士兰 LED 电源 FAE

## 八、SD6857 的优势:

- 1、SD6857 工作于 DCM 模式, 具有非常高的平均效率
- 2、SD6857 集成 PFC 功能, 全电压 PF 值 > 0.92
- 3、SD6857 对 THD 的控制非常优秀, 可以轻松使 THD < 10%, 典型值 5%
- 4、相对于 SA7527/L6562 等单级 PFC 电路来说, SD6857 为原边控制, 不需要加上光耦, TL431, LM358 等器件, 进一步提高可靠性及降低 BOM 成本
- 5、SD6857 采样电阻可调, 可调整因变压器感量设计不合理而产生的误差, 得到 ±3% 的线性调整率和 ±3% 的负载调整率, 减少对变压器的依赖
- 6、SD6857 具有高达 20W 的输出驱动能力, 满足多种 LED 驱动电源的需求
- 7、专利的抖频技术使得良好的 EMI 性能得以实现, EMI 器件大为减少

[7X1W传导L.pdf](#)

[7X1W传导N.pdf](#)

[7x1W辐射H.pdf](#)

[7x1W辐射V.pdf](#)

[7x1w THD 110v.pdf](#)

[7x1w THD 220v.pdf](#)

[SD6857 说明书 1.0-L.pdf](#)

[SD6857-7x1W测试报告.pdf](#)

编写: 吴建明

审核: 曹金平

2012年4月9日